

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-45799

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51) Int.Cl.<sup>a</sup>

H 0 5 H 1/46

識別記号

F I

H 0 5 H 1/46

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-201979

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月28日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 松本 直樹

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

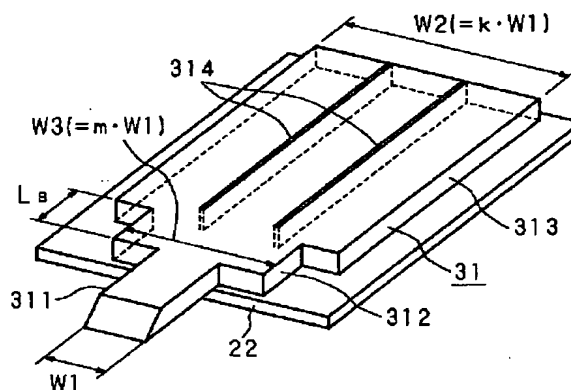
(74) 代理人 弁理士 河野 登夫

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 単一モードのマイクロ波を均一に伝搬させて、プラズマの生成分布の均一化を図れるプラズマ処理装置を提供すること。

【解決手段】 矩形部313と導入部311とを結ぶ整合部312はステップ状をなし、そのサイズは、誘電体線路31の幅方向中央部を伝搬するマイクロ波の位相を、幅方向端部を伝搬するマイクロ波の位相と略同じにし、インピーダンスが整合するように設計されている。整合部312のマイクロ波進行方向長さLは $\lambda_g/2$ の整数倍であり、整合部312の幅W3は、導入部311の幅W1の整数倍であることが望ましい。矩形部313は、マイクロ波進行方向に埋設された仕切り板314によって、幅方向に複数に仕切られている。矩形部313の幅W2は、導入部311の幅W1の整数倍であることが望ましく、例えば $k=3$ である場合、仕切り板314は、矩形部313を幅方向に3等分するように設けられている。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マイクロ波導波管を介して、マイクロ波進行方向に延びる板状の誘電体線路へ導入されたマイクロ波によって電界が生成され、該電界を前記誘電体線路の一面側に対向配置された反応室へマイクロ波導入口を介して導入してプラズマを発生させることにより、前記反応室内の被処理物に処理を施すプラズマ処理装置において、前記誘電体線路は、前記マイクロ波導波管に挿入されている導入部と、前記マイクロ波導入口に対応する形状の本体部と、これら導入部と本体部とを接続する整合部とを有し、前記導入部の幅  $W_1$  は前記マイクロ波導波管の内法寸法と略同じであり、前記本体部の幅  $W_2$  は前記導入部より大きく前記マイクロ波導入口と略同じであり、前記整合部は前記導入部及び前記本体部をステップ状に接続する形状をなしており、該整合部の幅  $W_3$  は  $W_1 < W_3 < W_2$  であり、前記本体部には、これを幅方向に分割すべく、前記マイクロ波進行方向に延びる導電体板が埋設されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 前記誘電体線路の形状はマイクロ波進行方向の線に関して対称であり、該誘電体線路の各部におけるインピーダンスが前記整合部によって整合せしめであることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 前記整合部のマイクロ波進行方向の長さ  $\lambda_g/2$  ( $\lambda_g = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r}$ ,  $\lambda_0$ : 真空中のマイクロ波の波長、 $\epsilon_r$ : 誘電体線路の比誘電率) の略整数倍であり、前記整合部の幅  $W_3$  は前記導入部の幅  $W_1$  の略整数倍であり、前記本体部の幅  $W_2$  は前記導入部の幅  $W_1$  の略整数倍であることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、プラズマを使用してエッチング、アッシング、CVD等の処理を行うプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 反応ガスに外部からエネルギーを与えた際に発生するプラズマはLSI、LCDの製造におけるエッチング、アッシング、CVD等の処理において広く用いられている。特にプラズマを用いたドライエッチング技術は必要不可欠な基本技術となっている。

【0003】 一般にプラズマを発生させるための励起手段としては、2.45GHzのマイクロ波を用いる場合と、13.56GHzのRF(Radio Frequency)を用いる場合とがある。マイクロ波を用いた場合は、RFを用いた場合よりも高密度のプラズマが得られる、またプラズマ発生のために電極を必要としないためにコンタミネーションを防止することができる、等の利点がある。しかしながら比較的大面積の領域に均一な密度でプラズマを発生さ

せることは困難であるという欠点を有するために、大径の半導体基板、又はLCDのようなガラス基板の処理を行うには、この点を克服する必要がある。

【0004】 そこで例えば本出願人が特開昭62-5600号公報にて提案している、誘電体線路を利用したプラズマ処理装置が知られている。この装置は、反応室の上壁をマイクロ波の透過が可能な耐熱性板で封止し、その上方にマイクロ波を導入するための誘電体線路を設けた構成を有し、大面積に均一にマイクロ波プラズマを発生させることが可能である。

【0005】 図12はこのプラズマ処理装置を示す平面図であり、図13は模式的縦断面図である。図中1は、A1等の金属からなる中空直方体状の反応容器であり、その内部に反応室2を構成している。反応室2の上部はマイクロ波導入口3を有しており、耐熱性及びマイクロ波透過性を有しており、しかも誘電損失が小さい石英ガラス、A1、O<sub>2</sub>等の誘電体板からなるマイクロ波導入口4にて、気密状態に封止されている。反応室2内には、マイクロ波導入口4と対向する位置に、被処理物Sを載置するためのステージ7が配設されており、反応容器1の底壁には図示しない排気装置に接続される排気口6が形成されており、また反応容器1の一側壁には、反応室2へ所要の反応ガスを供給するためのガス供給管5が接続されている。

【0006】 マイクロ波導入口4の上側には、反応室2よりも一方に長く偏平なアンテナ部20が金属板22にて形成されており、アンテナ部20の上板の内面には誘電体線路21が設けられている。アンテナ部20の側方にはマイクロ波導波管23が連結されており、その先端にはマイクロ波発振器26が取り付けられており、マイクロ波導波管23の中途にはアイソレータ25及びチューナ24が設けられている。誘電体線路21は、図12にその平面形状を示す如く、マイクロ波導波管23とアンテナ部20との連結部に挿入された導入部211と、マイクロ波導入口4の上方に位置し、この形状に略則しており、幅が反応室2に対応した大きさである矩形部(本体部)213と、マイクロ波の進行方向に関して対称なテーパー形状を有して矩形部213と導入部211とを結ぶテーパー型の整合部212とを有する。

【0007】 このように構成されたプラズマ処理装置にて、被処理物Sとして例えば半導体基板の表面にエッチング処理を施す場合、先ず排気口6から排気を行って反応室2内を所要の真空度に設定した後、ガス供給管5から反応ガスを供給する。次いでマイクロ波発振器26においてマイクロ波を発振させ、アイソレータ25及びチューナ24にて所定周波数に調整したマイクロ波を導波管23を介して誘電体線路21へ導入する。そうすると電界が誘電体線路21の開放面(下面)から漏洩し、下面垂直方向に指数関数的に減衰しながら、マイクロ波導入口4を透過して反応室2内へ導かれる。この電界によって反応室2

でプラズマが生成されると、そのエネルギーによって反応ガスがイオン、ラジカル等の活性ガスに変化し、この活性ガスによりステージ7上の半導体基板(S)の表面に例えばエッチング等の処理が施される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】エッチング、アッシング等の処理を被処理物Sに対して均一に行うには、反応室2内に均一にプラズマが生成されることが必要であり、そのためにはマイクロ波の進行方向において強度が均一な単一モードの電界をプラズマ発生領域に形成する必要がある。またプラズマの発生には、誘電体線路21の矩形部213で生成された電界が使用されるので、整合部212は直接には関係しない。従って整合部212のマイクロ波進行方向の長さを短くすることによる装置の小型化が図られている。しかしながら整合部212を単純に短くした場合は、エッチング、アッシング等の処理が不均一になることがある。この理由は以下の通りである。

【0009】マイクロ波発振器26において発振されたマイクロ波は、マイクロ波伝搬形態の基本モードであるTE<sub>10</sub>モードでマイクロ波導波管23を伝搬し、誘電体線路21の導入部211を経て整合部212を伝搬する間に、矩形部213での伝搬モードが決定される。整合部212を短くテーパを急峻にした場合は、基本モードであるTE<sub>10</sub>モードのマイクロ波が減衰し、複数の高次モード(TE<sub>30</sub>モード、TE<sub>50</sub>モード等)が発生する。高次モード(TE<sub>30</sub>モード又はTE<sub>50</sub>モード)におけるマイクロ波の伝搬形態は、基本モード(TE<sub>10</sub>モード)のそれとは異なる位相を有するので、誘電体線路21における実際の伝搬モードは、複数のモードが重ね合わされたものとなる。

【0010】従ってテーパが急峻である整合部212を有する誘電体線路21を用いた装置では、複数のモードの重ね合わせによって強度分布が不均一な電界が誘電体線路21から生成される。中でも矩形部213で生成された電界はプラズマの生成に直接影響するため、これが不均一である場合は反応室2内で発生するプラズマも不均一になるという問題がある。従って装置の小型化のために、テーパを急峻にするという単純な方法で整合部212を短くすることは、処理の不均一を招来する。

【0011】さらに処理の均一性と装置サイズとの関係を説明する。誘電体線路21を伝搬するときのマイクロ波波面は、整合部212の端部が傾斜しているために、マイクロ波導波管23の開口面を位相中心として、図14に破線で示す如く、平面から次第に曲面へと変化する。従って、整合部212と矩形部213との境界部中央位置Aと、境界部の端部Bとでは、位相のずれdが生じる。このずれdが大きい場合に高次モードが発生し易い。

【0012】ここで、誘電体線路21の導入部211の幅(マイクロ波進行方向に垂直な方向の長さ)をW<sub>1</sub>とし、矩形部213の幅をW<sub>2</sub>とし、整合部212のマイクロ波進行方向長さをL<sub>t</sub>とした場合、位相のずれdは、式

(1)で示す如く、幾何学的にW<sub>1</sub>とW<sub>2</sub>との差の2乗に略比例し、L<sub>t</sub>に略反比例する。

【0013】

【数1】

$$d \approx \frac{(W_2 - W_1)^2}{8 L_t} \quad \dots (1)$$

【0014】高次モードの発生を抑制し、処理に対して大きい影響を及ぼさない程度に電界強度分布を均一化するためには、位相のずれdを $3/8\lambda g$ より小さくする必要があることが分かっている。ここで $\lambda g$ は誘電体線路21内を伝搬するマイクロ波の波長である。即ち $\lambda g = \lambda / \sqrt{\epsilon_r}$ ( $\lambda$ :真空中のマイクロ波の波長、 $\epsilon_r$ :誘電体線路21の比誘電率)。これらを式(1)に代入することにより、上述の効果をj得るための条件式(2)が得られる。

$$L_t > (W_2 - W_1)^2 / 3 \lambda g \quad \dots (2)$$

【0015】そこでφ200mmの半導体基板を処理するために、テフロン(登録商標)製であり、W<sub>1</sub>=96mm、W<sub>2</sub>=300mmとした誘電体線路21を用いた場合、式(2)を満足する整合部212の長さL<sub>t</sub>は約180mm以上であり、装置は大型化する。

【0016】本発明は、斯かる事情に鑑みてなされたものであり、誘電体線路の整合部形状をステップ状とすることにより、マイクロ波の伝搬形態における複数の高次モードの発生を抑制し、しかも小型化が図れるプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0017】誘電体線路にマイクロ波の進行方向に延びる仕切り板を備えることにより、単一モードのマイクロ波を均一に伝搬させて、プラズマの生成分布の均一化が図れるプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、マイクロ波導波管を介して、マイクロ波進行方向に延びる板状の誘電体線路へ導入されたマイクロ波によって電界が生成され、該電界を前記誘電体線路の一面側に対向配置された反応室へマイクロ波導入口を介して導入してプラズマを発生させることにより、前記反応室内の被処理物に処理を施すプラズマ処理装置において、前記誘電体線路は、前記マイクロ波導波管に挿入されている導入部と、前記マイクロ波導入口に対応する形状の本体部と、これら導入部と本体部とを接続する整合部とを有し、前記導入部の幅W<sub>1</sub>は前記マイクロ波導波管の内法寸法と略同じであり、前記本体部の幅W<sub>2</sub>は前記導入部より長く前記マイクロ波導入口と略同じであり、前記整合部は前記導入部及び前記本体部をステップ状に接続する形状をなしており、該整合部の幅W<sub>3</sub>はW<sub>1</sub><W<sub>3</sub><W<sub>2</sub>であり、前記本体部には、これを幅方向に分割すべく、前記マイクロ波進行方向に延びる導電体板が埋設されていることを特徴とする。

【0019】整合部は導入部と幅が異なるために、マイクロ波の伝搬時の位相が異なる。従ってマイクロ波は、マイクロ波導波管と略同幅の導入部における基本伝搬モードから高次モードに変換される。このとき整合部はマイクロ波進行方向に対する斜面を有さないので、整合部の長さを短くした場合でも、整合部の縁部における反射波の影響がほとんどない。従って整合部を短くして装置を小型化しても複数の高次モードの発生を抑制することができる。変換後のモードは、整合部の幅及び長さで決定される。導電体板によって幅方向に分割された領域は、夫々が導波管の如く機能し、前記高次モードのマイクロ波を伝搬させる。

【0020】請求項2記載の発明は、請求項1において、前記誘電体線路の形状はマイクロ波進行方向の線に関して対称であり、該誘電体線路の各部におけるインピーダンスが前記整合部によって整合せしめてあることを特徴とする。

【0021】これにより誘電体線路の中央部におけるマイクロ波の位相が、端部における位相と略等しくなる。従ってマイクロ波は、その波面を略平面形状に保持された状態で伝搬し、整合部と本体部との境界部中央位置と、境界部の端部とで、位相のずれをほとんど生じない。これにより複数の高次モードが発生することを抑制することができ、1つの高次モードのマイクロ波は、導電体板によって分割された各領域で進行方向に垂直な同一面内において位相のずれを生じることなく効率良く均一に伝搬する。

【0022】請求項3記載の発明は、請求項2において、前記整合部のマイクロ波進行方向の長さは $\lambda_g/2$  ( $\lambda_g = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r}$ ,  $\lambda_0$ : 真空中のマイクロ波の波長,  $\epsilon_r$ : 誘電体線路の比誘電率) の略整数倍であり、前記整合部の幅 $W_3$ は前記導入部の幅 $W_1$ の略整数倍であり、前記本体部の幅 $W_2$ は前記導入部の幅 $W_1$ の略整数倍であることを特徴とする。

【0023】整数倍の各整数値を所定の値にすることにより、所定の高次モードに変換することができる。例えば本体部の幅が導入部の幅の3倍であり、整合部の幅が導入部の2倍であり、長さが誘電体線路を伝搬するマイクロ波の半波長である場合、TE<sub>10</sub>の基本モードからTE<sub>30</sub>の高次モードに変換することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づき具体的に説明する。図1は、本発明に係るプラズマ処理装置を示す平面図であり、図2は図1に示す誘電体線路の裏面斜視図である。誘電体線路以外の構成は図13に示す従来装置と同様である。即ち、反応室2の上部はマイクロ波導入口3を有しており、耐熱性及びマイクロ波透過性を有しており、しかも誘電損失が小さい石英ガラス、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の誘電体板からなるマイクロ波導入窓4にて、気密状態に封止されている。反

応室2内には、マイクロ波導入窓4と対向する位置に、被処理物Sを載置するためのステージ7が配設されており、反応容器1の底壁には図示しない排気装置に接続される排気口6が形成されており、また反応容器1の一側壁には、反応室2へ所要の反応ガスを供給するためのガス供給管5が接続されている。

【0025】マイクロ波導入窓4の上側には、反応室2よりも一方方向に長く偏平なアンテナ部20が金属板22にて形成されており、アンテナ部20の上板の内面には誘電体線路31が設けられている。アンテナ部20の側方には、マイクロ波導波管23が連結されており、その先端にはマイクロ波発振器26が取り付けられている。マイクロ波導波管23の中途にはアイソレータ25及びチューナ24が設けられている。

【0026】誘電体線路31は、マイクロ波導波管23とアンテナ部20との連結部に挿入された導入部311と、マイクロ波導入窓4の上方に位置し、この形状に略則しており、マイクロ波の進行方向に垂直な方向(幅方向)において導入部311の略3倍の長さである矩形部313と、矩形部313と導入部311とを結ぶステップ状の整合部312とを有する。整合部312のサイズは、誘電体線路31の幅方向中央部を伝搬するマイクロ波の位相速度を、幅方向端部を伝搬するマイクロ波の位相速度と略同じにし、インピーダンスが整合するように設計されている。

【0027】また整合部312のマイクロ波進行方向長さ $L$ は $\lambda_q/2$ の整数倍( $n \cdot \lambda_q/2$ ,  $\lambda_g = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r}$ ,  $n$ : 整数,  $\lambda_0$ : 真空中のマイクロ波の波長,  $\epsilon_r$ : 誘電体線路21の比誘電率)であることが望ましい。整合部312の幅 $W_3$ は、導入部311の幅 $W_1$ の整数倍( $m \cdot W_1$ ,  $m$ : 整数)であることが望ましい。

【0028】さらに矩形部313は、マイクロ波進行方向に埋設された、薄い(厚み2mm)Al等の金属からなる仕切り板(導電体板)314によって、幅方向に複数に仕切られている。矩形部313の幅 $W_2$ は、導入部311の幅 $W_1$ の整数倍( $k \cdot W_1$ ,  $k$ : 整数)であることが望ましい。また矩形部313は仕切り板314によって幅方向に $k$ 等分されるように仕切られることが望ましい。即ち、矩形部313の幅 $W_2$ を $k$ 個の幅 $W_1$ の領域に分割するように仕切り板314を設けることが望ましい。例えば $k=3$ である場合、仕切り板314は、矩形部313を幅方向に3等分するように設けられる。

【0029】このように構成されたプラズマ処理装置の動作について説明する。マイクロ波発振器26で発振されたマイクロ波は、アイソレータ25及びチューナ24にて所定周波数に調整され、マイクロ波導波管23を介して誘電体線路31へ導入される。マイクロ波はステップ状の整合部312で反射波を生じることなく、基本伝搬モードから、整合部312のステップ形状で決定される1つの高次モードに変換される。このときマイクロ波は、図3に示す如く、その波面を略平面形状に保持された状態で伝搬

するので、整合部312と矩形部313との境界部中央位置Aと、境界部の端部Bとで、位相のずれをほとんど生じない。整合部312で発生した高次モードのマイクロ波は、誘電体線路31内に埋設された仕切り板314によって、進行方向に垂直な同一面内において位相のずれを生じることなく効率良く均一に伝搬する。

【0030】これにより矩形部313からは均一な強度分布を有する電界が漏洩する。従ってこの均一な電界がマイクロ波導入窓4を経て反応室2へ導入され、ここで均一な密度分布を有するプラズマが生成される。これによりステージ7上の被処理物S表面に対して、エッチング、アッシング等の処理が均一に行われる。また、整合部312のマイクロ波進行方向長さは、 $\lambda/2$ の整数倍であるという条件の元で短くすることができ、装置の大幅な小型化が可能である。

【0031】

【実施例】

実施例1. テーパ状の整合部212を有する従来の誘電体線路21(図14)、及びステップ状の整合部312を有する本発明の誘電体線路31(図3)の、開放面(下面)から漏洩する電界強度を実際に測定した。誘電体線路21、31はテフロン(登録商標)製であり、その各サイズは以下の通りである。

<誘電体線路21>

導入部211の幅W1 : 96mm  
矩形部213の幅W2 : 300mm  
矩形部213の長さL : 330mm  
整合部212の長さLt : 150mm

<誘電体線路31>

導入部311の幅W1 : 96mm  
矩形部313の幅W2 : 300mm  
矩形部313の長さL : 330mm  
整合部312の幅W3 : 200mm  
整合部312の長さLs : 39mm ( $\lambda_g \approx 78$ mm)

【0032】測定点はA点を原点とし、マイクロ波の進行方向Z、及びこれに垂直な幅方向Yに関してループアンテナを走査させ測定点に移動させて測定した。測定範囲はZ方向に330mm、Y方向に $\pm 140$ mmである。図4、5は、従来の誘電体線路21の開放面のZ(Y=0mm)方向、及びY(Z=165mm)方向の電界強度 $|E_x|^2$ の分布を示すグラフであり、図6、7は、本発明の誘電体線路31の開放面のZ(Y=0mm)方向、及びY(Z=165mm)方向の電界強度 $|E_x|^2$ の分布を示すグラフである。

【0033】従来の誘電体線路21では、図4から、電界強度がマイクロ波の進行方向Zに対して、入波側で高く、徐々に低くなっていることが分かる。また図5から、幅方向Yに対しては、TE10モードとTE30モードとが混在していることが分かる。従って均一な電界強度であるとは言い難い。

【0034】これに対し本発明の誘電体線路31では、図6から、強度が揃った電界強度が、マイクロ波進行方向Zに対して正弦波状に分布していることが分かる。しかも図7から幅方向Yにおいては、強度が略等しい3つの正弦波状分布が見られ、仕切り板314で仕切られた各領域において、TE30モードのみが存在することを確認することができた。従って誘電体線路31の形状が、電界強度分布の均一化に効果的であるといえる。

【0035】実施例2. 次に、誘電体線路21を備えた従来装置、及び誘電体線路31を備えた本発明装置における反応室2内のプラズマの均一性を調べた結果について説明する。誘電体線路21、31は実施例1で用いたものと同様である。そして反応ガスとしてArを用い、ガス流量を30sccm、圧力を10mTorrに設定し、1kWのマイクロ波電力で生成されたプラズマのイオン電流密度をマイクロ波導入窓4の下方60mmの位置でプローブにより測定した。図8、9は、従来装置におけるZ(Y=0mm)方向、及びY(Z=165mm)方向のイオン電流密度の分布を示すグラフであり、図10、11は、本発明装置におけるZ(Y=0mm)方向、及びY(Z=165mm)方向のイオン電流密度の分布を示すグラフである。

【0036】従来装置では、図8より、マイクロ波の進行方向に徐々にイオン飽和電流密度が低下しており、主モード電界が減衰し高次モードが発生していることが分かる。また図9より、イオン飽和電流密度がY方向で大きく異なっており、マイクロ波の位相速度が幅方向で揃っていないことが分かる。

【0037】これに対し本発明装置では、イオン飽和電流密度がZ方向に減衰しておらず(図10)、またY方向における密度分布が略均一であり(図11)、プラズマが非常に均一に生成されていることが分かる。

【0038】

【発明の効果】以上のように本発明に係るプラズマ処理装置は、誘電体線路をステップ状に構成しているので、導入されたマイクロ波は、反射波を生じることがなく、基本伝搬モードから整合部のステップ形状で決定される1つの高次モードに変換され、また伝搬される波面形状は略平面状に保持されるために、整合部と本体部との境界部中央位置と端部とで位相のずれをほとんど生じない。さらに導電体板で仕切られた本体部の各領域が導波管と同様に機能するので、整合部で発生した高次モードのマイクロ波は進行方向に垂直な面において位相のずれを生じることなく効率良く均一に伝搬される等、本発明は優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置を示す模式的平面図である。

【図2】図1に示す誘電体線路の裏面斜視図である。

【図3】図1に示す誘電体線路の平面図である。

【図4】従来の誘電体線路の開放面のZ(Y=0mm)方

向の電界強度分布を示すグラフである。

【図 5】従来の誘電体線路の開放面の Y ( $Z = 165 \text{ mm}$ ) 方向の電界強度分布を示すグラフである。

【図 6】本発明の誘電体線路の開放面の Z ( $Y = 0 \text{ mm}$ ) 方向の電界強度分布を示すグラフである。

【図 7】本発明の誘電体線路の開放面の Y ( $Z = 165 \text{ mm}$ ) 方向の電界強度分布を示すグラフである。

【図 8】従来装置における Z ( $Y = 0 \text{ mm}$ ) 方向のイオン電流密度の分布を示すグラフである。

【図 9】従来装置における Y ( $Z = 165 \text{ mm}$ ) 方向のイオン電流密度の分布を示すグラフである。

【図 10】本発明装置における Z ( $Y = 0 \text{ mm}$ ) 方向のイオン電流密度の分布を示すグラフである。

【図 11】本発明装置における Y ( $Z = 165 \text{ mm}$ ) 方向のイオン電流密度の分布を示すグラフである。

【図 12】従来のプラズマ処理装置を示す模式的平面図\*

\*である。

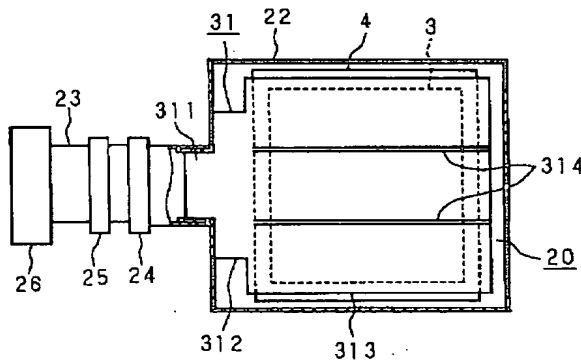
【図 13】従来のプラズマ処理装置を示す模式的縦断面図である。

【図 14】図 12、13 に示す誘電体線路の平面図である。

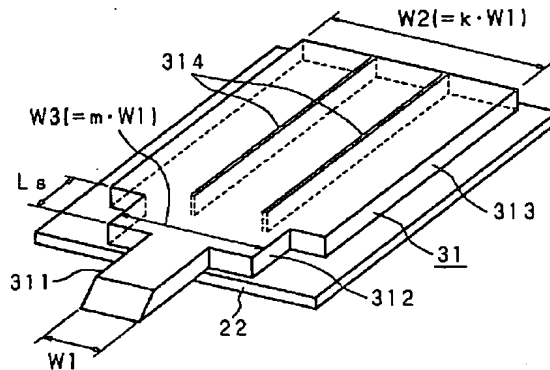
【符号の説明】

- 2 反応室
- 3 マイクロ波導入口
- 23 マイクロ波導波管
- 31 誘電体電路
- 311 導入部
- 312 整合部
- 313 矩形部
- 314 仕切り板
- S 被処理物

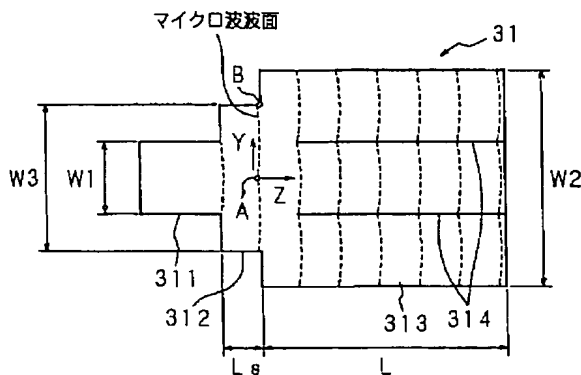
【図 1】



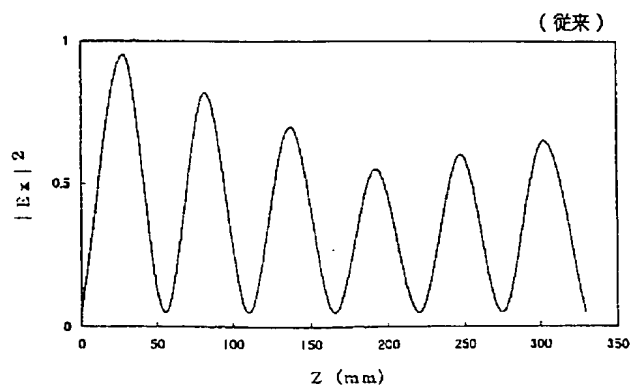
【図 2】



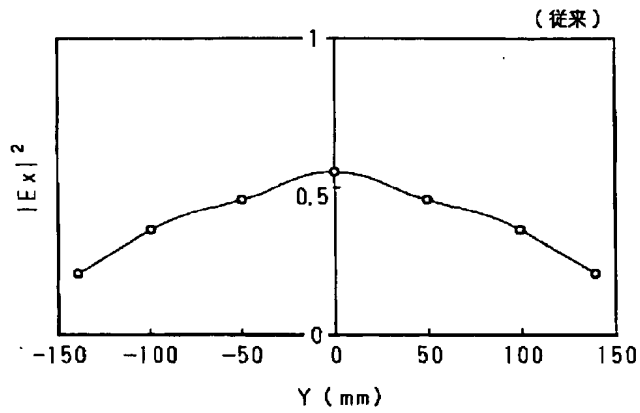
【図 3】



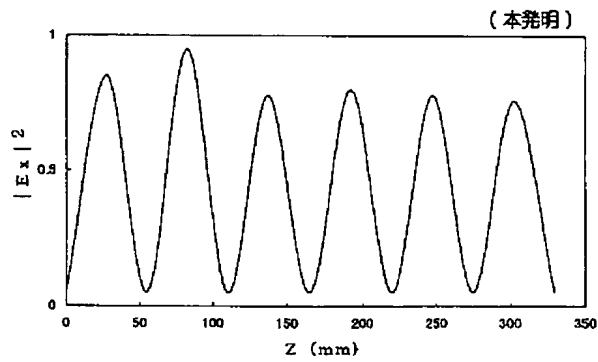
【図 4】



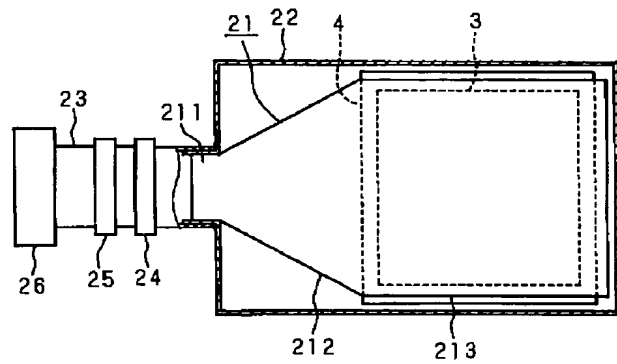
【図5】



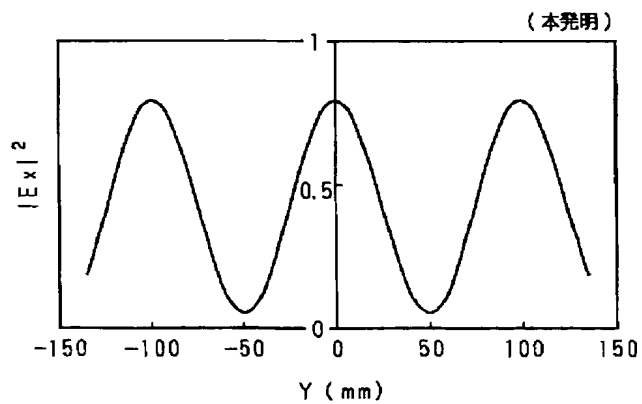
【図6】



【図12】

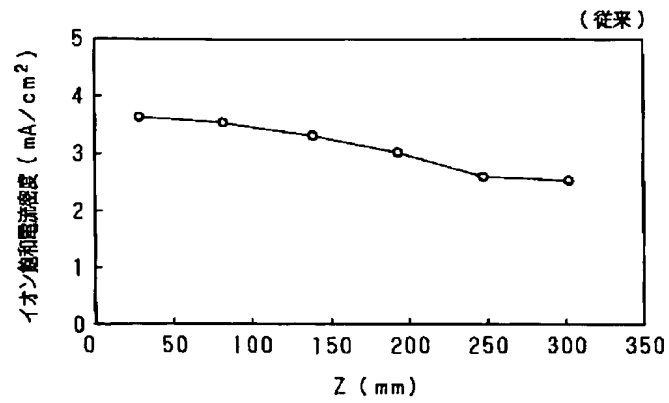


【図7】

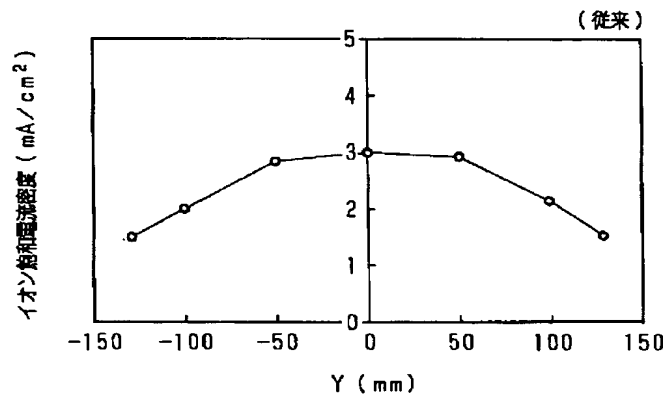


BEST AVAILABLE COPY

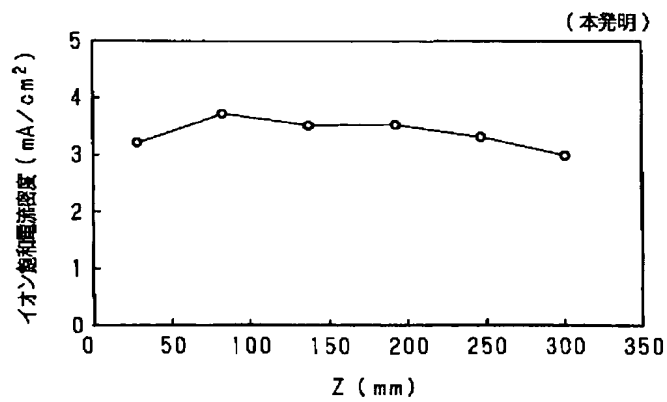
【図8】



【図9】

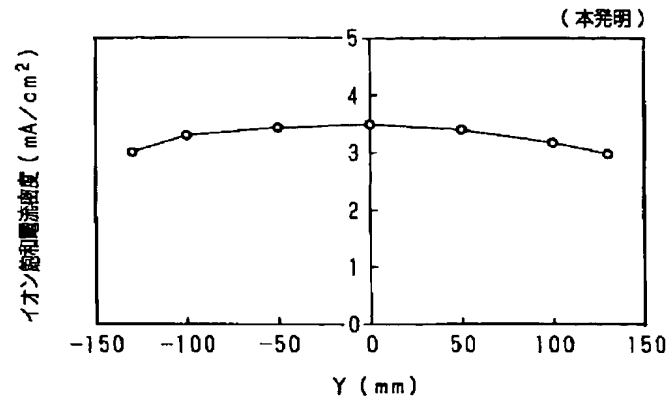


【図10】

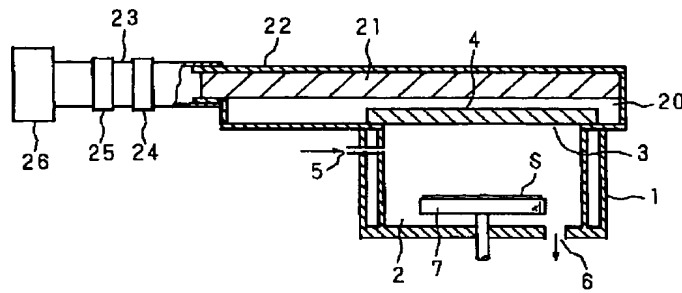




【図11】



【図13】



【図14】

